



F1091

65079 号 ①

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-171329

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月15日

G 01 J 3/18

7172-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 光スペクトル検出装置

⑯ 特 願 昭62-3493

⑰ 出 願 昭62(1987)1月9日

⑱ 発 明 者 宮 城 幸 一 郎

東京都港区南麻布5丁目10番27号 アンリツ株式会社内

⑲ 出 願 人 アンリツ株式会社

東京都港区南麻布5丁目10番27号

⑳ 代 理 人 弁理士 小池 龍太郎

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光スペクトル検出装置

## 2. 特許請求の範囲

入射光を、第1及び第2の回折格子とを經由して出射する光スペクトル検出装置において、

前記第1及び第2の回折格子のうち、いずれか一方の回折格子は回折格子間隔が固定で入射された光を分散して光スペクトルを得るための回折格子であり、他方の回折格子は回折格子間隔が制御可能に可変でき、前記回折格子間隔の固定された一方の回折格子に入射する光の光路を空間的に変向させるための回折格子であり、

前記回折格子間隔が可変とされた他方の回折格子によって変向され、かつ前記回折格子間隔が固定の一方の回折格子によって分散された光スペクトルのみを通過させるための空間フィルタを備えていることを特徴とする光スペクトル検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、2つの回折格子を用いて光を変向、分散し、その分散した光の波長成分を、高速で検出することを可能とした光スペクトル検出装置に関する。

(従来の技術)

光の波長成分をスペクトルとして検出する方法には、分散分光法と干渉分光法とがある。

本発明は、このうち分散分光法に係るもので、その従来例としては、回折格子を回転させて光スペクトルを検出する方法が数多く見られる。

この分散分光法は、高密度な刻線を持った回折格子の開発により良好な波長分解能を得ることが可能であり、また、構造的にも容易に実現可能であるため、現在の光スペクトル検出装置の主流をなしている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、この分散分光法による回折格子を回転させて光スペクトルを検出する方法では、回折格子の形状や重量、また、回転機構の構成要素により回折格子の回転速度に限界を生じ、1回

のスペクトル検出に要する回転動作の時間が数10 ms～数msに制限されてしまう欠点がある。

このため、時間と共に高速(数ms～数μs)に変動する光スペクトルを検出するには速さという問題点があった。

(問題点を解決するための手段)

そこで、本発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、従来の回折格子を使用した光スペクトル検出装置の測定光路の途中に、新たに第2の回折格子を配置し、この第2の回折格子には、例えば、同一出願人・同一発明者による発明「表面弾性波(SAW: Surface Acoustic Wave)を利用した光の回折装置(特願昭60-234812号)」など(以下、音響光学的光変調素子という。)を用いて回折格子間隔の可変制御が可能であるような機能を持たせた。この機能により、第2の回折格子は従来より有る第1の回折格子に入射する被測定光の向きを変える変向素子として働き、その結果、相対的に第1の回折格子が回転した状態と類似の状態を作り出すことができる。

た光スペクトル検出装置の光学系の構成例を示した図である。

以下、第6図で従来技術について説明する。

図において、被測定光1はレンズ2に入射して収束され、該レンズ2の焦点位置に配置された入力側スリット3の開口部分を通過する。

入力側スリット3を通過した光は扇形に拡がりながら第1の凹面反射鏡4に入射し、平行光束となって反射され、回折格子5に導かれる。この回折格子5には、1mmの間に数百から数千の等間隔な刻線を有し、一辺の長さが約2～4cm程度の方形をした光学回折格子が多く用いられている。これら高密度な刻線によって回折格子に入射した被測定光1は、その波長に応じた分散を受けながら反射し、第2の凹面反射鏡6に向かって進行していく。そして、前記第2の凹面反射鏡6により出力側スリット7に向かって反射された分散した被測定光1は、前記出力側スリット7の面上で各々の光波長に応じた位置に収束し、スリットの開口部を通過して光検出器8によってその光強度が測

また、前記音響光学的光変調素子は電気信号で高速に回折格子間隔を可変制御することが可能であるため、一時的に前記第1の回折格子を高速回転させたと同じ状態となるので、光スペクトルを高速に短時間で検出することが可能となる。

(実施例)

以下、本発明について図示した実施例に基づき詳細に説明する。

第1図は本発明に係る光スペクトル検出装置の一実施例についての構成を示した図、第2図は本発明の構成要素である回折格子間隔が可変制御可能な回折格子の1つである音響光学的光変調素子の構成を示した図、第3図は第2図の音響光学的光変調素子によって被測定光が変向した状態を示した図、第4図は本発明の一実施例における測定光学系を透過形に置き換えた光学系を示した図、第5図は本発明の構成要素である第1及び第2の回折格子の格子方向の傾き角と出力される光スペクトルの発生位置の関連を示した図、第6図は従来の装置に係るもので、1枚の回折格子を使用し

定される。この測定では、測定された光強度を被測定光に含まれている波長の順、すなわち光スペクトルに応じて並べる必要があるため、前記出力側スリット7の位置を固定し、前記回折格子5を回転させ、連続的に分散光の強度分布を光検出器8で測定する。また、狭い範囲の分散光を測定する場合には、回折格子を固定して前記出力側スリット7及び光検出器8を移動させる場合もある。

どちらの場合でも、前記回折格子5が回転中あるいは前記出力側スリット7及び光検出器8が移動中の間は、被測定光のスペクトルが一定でなくては正確な光スペクトルを検出することはできない。しかしながら、実際の光において、大半のスペクトルは時間的な変化を常に生じており、その間隔も短い。よって、回折格子を高速回転するなどして、測定時間の短縮が計られてきた。

本発明は、回折格子を高速回転させる代わりに、該回折格子に入射する被測定光の光路を音響光学的光変調素子で変向させ、該回折格子が回転したのと同じ効果を生じさせようとしたものである。

ここに、回折格子は本発明では、第1の回折格子となる。

前記音響光学的光変調素子は電気的に高速に光を変向できるものであるため、光スペクトルの検出時間が大幅に短縮され、変動しているスペクトルの測定に適した光スペクトル検出装置としての構成が可能である。

第1図に示すように、基本的には、本発明における光学系は従来装置と同様に見えるが、入力側スリット3の後段に新たに音響光学的光変調素子で構成される第2の回折格子9を設けて被測定光を回折、変向し、その変向した光を第1の回折格子5で従来例と同様に分散する。そして、分散した光は第2の四面反射鏡6により反射、収束され出力側スリット7の面上に光スペクトルを生ずる。

この光スペクトルは、前記第2の回折格子によって変向された被測定光の各変向光、すなわち、前記第2の回折格子9がSAWなどを使用した正弦波状位相格子の場合、回折によって生じた±1次光及び回折を受けない0次光の3本の光束に変

向・分離されるのであるが、この各々の変向された光束について光スペクトルが生ずるため、前記出力側スリット面上には3つの光スペクトルが同時発生する。これらの光スペクトルは、光学的に異なるがスペクトルの分布形状は同一であることが知られている。本発明では、これら3つの光スペクトルを空間的に分離して独立に測定する必要があるため、前記出力側スリット7には前記3つの光スペクトルの発生場所に合わせて開口が設けられており、各々の開口を通過した光を測定するための複数の光検出器8が備えられた構成となっている。

次に、第2の回折格子による被測定光の変向と複数の光スペクトルの発生について第2図で説明する。第2図は、格子間隔の可変制御可能な回折格子として使用できるSAWチューナブルグレイティングの構成例を示したもので、同図に示すグレイティングは基板11、電気絶縁性台座12、圧電性基板13の三層構造である。前記基板11及び電気絶縁性台座12にはその中央部にそれぞ

れ光透過窓が整合するように設けられ、この窓を光が通過する。通過した光は前記圧電性基板13のほぼ中央を通過し、その際に該基板11上に伝搬しているSAWにより位相変化を受ける。圧電性基板13の表面にはSAWを発生させるための二つの櫛の歯が互に入り組んだ構造をもつ第1の交差指形電極14aと、この電極14aより発生し、前記圧電性基板13上を伝搬して来たSAWをモニタするための第2の交差指形電極14bとが一对となって設けられている。

第3図は、SAWを位相格子として使用した場合における光の変向が行われる様子を示しているもので、周波数 $f_0$ の正弦波の電気信号によって圧電性基板13の表面に発生したSAWは、格子定数にあたる空間周期 $d$ を有し、速度 $v$ で矢印の方向に進捗する。前記圧電性基板13は光に対し透過性を有し、同図左の方向から入射した光がこの圧電性基板13を透過すると、該入射光はSAWによる圧電性基板13の表面の正弦波状の凹凸と圧電性基板13の表面直下の密度の変化、すな

わち、屈折率の変化によって位相変調を受ける。

この位相変調は、空間周期 $d$ の繰返しによる周期的なものであるから、これらの光は通常の位相格子を透過したものと同じく、レンズ15でレンズの焦点面16に結像させると回折像を生じる。ここで入射光が波長 $\lambda$ の単色光であれば、回折像には、格子定数 $d$ によって定まる±1次の回折輝点が生ずる。この回折輝点の発生位置は、焦点面16の光軸より距離 $\alpha$ だけ離れた位置となり、その方向はSAWの伝搬方向に等しい。

距離 $\alpha$ の値は前記レンズ15の焦点距離を $F$ とすれば、

$$\alpha = \frac{F\lambda}{d} = \frac{f_0 F \lambda}{v} \quad \text{--- (1)}$$

で表される。ここで、正弦波電気信号の周波数が $f_0$ を中心に± $\Delta f/2$ 変化するものとすれば、焦点面16上における±1次の回折輝点の変位量 $\Delta\alpha$ は、

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta f F \lambda}{v} \quad \text{--- (2)}$$

となる。②式で明らかなように、SAWの伝搬速度が遅く、前記レンズ15の焦点距離が長く、光の波長 $\lambda$ が長いほど、変位量 $\Delta\alpha$ は大きな値を取ることとなる。

このようなSAWチューナブルグレイティングを光スペクトル検出器の測定光路の途中に配置すると、前述の±1次の回折輝点及び回折を受けない0次光の3つの輝点を中心とした3つの光スペクトルが同時に発生することとなるが、第4図は前記第1図の本発明による光学系を透過形に、すなわち、第1図における第1、第2の凹面反射鏡4、6の代わりに凸レンズ17、18を考え、また、反射形の第1の回折格子5を透過形回折格子19に置き換えた光学系により前記SAWチューナブルグレイティングによって変向された回折光が角度を変えて第1の回折格子5に入射し、再び3つの輝点を結ぶことを示している。第4図に示した点線がSAWにより変向された光束の光軸を示しており、第1図において、第1の回折格子を光が透過する時、第4図の実線で示した0次回折

光の光軸と角度を持つことがわかる。実際には、第1の回折格子は反射形であるから、入射光線の入射角の変化は、回折格子自身の回転と同様の効果を生ずる。

さて、前記した3つの同時に発生したスペクトルは、第1、第2の回折格子5、9の格子方向が同一であると、ほぼ一直線上に並び、各スペクトルの分離が困難である。また、格子方向が直角を成す場合には、各スペクトルは上下関係に並び分離は容易であるが、SAW周波数を掃引し、第2の回折格子の格子間隔を変化させて±1次回折光を中心とする光スペクトルを空間的に走査しても、光スペクトルの並び方向には移動しないので、効果はない。よって、第1及び第2の回折格子の格子方向は斜めにする必要がある。

第5図はこの様子を示しており、第1の回折格子の格子方向をy軸方向、また、格子方向に垂直な方向をx方向として、第2の回折格子(SAWチューナブルグレイティング)の配置状態を同図(a)に、第1の回折格子及びその入射光束の状態を

同図(b)に、また、これらの配置による光スペクトルの出力分布状態を同図(c)に示してある。角度 $\theta$ は第2の回折格子の傾き角であるが、本発明では、第2の回折格子を形成するSAWの周波数を掃引して、出力側スリット7面上の±1次回折光による光スペクトルをスペクトルの並び方向に移動させ、前記スリットの固定された開口によって高速走査測光を行うものであるため、SAWの周波数変化に対してより効果的な光スペクトルの移動を必要とし、このため、前記角度 $\theta$ は前記スリット上で3つの光スペクトルが空間的に分離可能な範囲で最少にする必要がある。前記第5図(c)の点線で囲んだ部分が±1次回折光による高速走査測光可能な光スペクトル20、及び第1の回折格子を回転して測定する通常測光用の光スペクトル21を示している。本発明では、この点線内の適当な部分に開口を持つ出力側スリット7を使用し、必要に応じて、光検出器8を複数個用いて光スペクトルの検出を行う。また、光スペクトルの表示に関しては、従来よりの、第1の回折格子の回転

角により波長軸を表示する方法に加え、第2の回折格子に加えたSAW発生用電気信号の周波数によって波長軸を表示する方法を併用する。併用の方法は被測定光の種類あるいは性質によって種々考えられるが、最も一般的で簡便な方法は、広帯域走査を低速の第1の回折格子の回転で行い、特定部分の狭帯域高速走査を第2の回折格子で適時行う方法であろうと思われる。

また、当然に第1の回折格子、第2の回折格子の順序は、入れ換えても原理的には同じ動作ができる。

#### (効果)

以上述べたように、本発明によれば、格子間隔が可変制御可能な回折格子を用いて光を高速変向し、従来装置に使用されていたと同様の分散用に用いられる回折格子への被測定光の入射角度を変化させ、その結果、相対的に分散用の回折格子を急速回転したと同様の効果を得、光スペクトル検出に要する測定時間を大幅に短縮することが可能となった。これにより、変動周期の短い光のスベ

クトルも検出可能となり、光スペクトルの変化していく状態の観察も可能であるといった効果が生じた。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第2の回折格子を使用した光スペクトル検出装置の一実施例における測定光学系の構成を示す。

第2図は、本発明の構成要素である格子間隔が可変制御可能な回折格子の一つである音響光学的光変調素子(SAWチューナブルグレーティング)の構成を示す。

第3図は、前記第2図のSAWチューナブルグレーティングによる光の変向状態を示す。

第4図は、本発明の一実施例における測定光学系を透過形に書き換えた光学系図を示す。

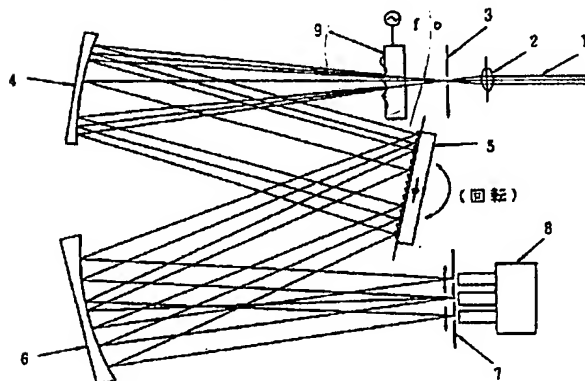
第5図は、本発明の構成要素である第1及び第2の回折格子の格子方向の傾き $\theta$ と出力される光スペクトルの発生位置の関連を示す。

第6図は、従来装置における光スペクトル検出装置の測定光学系の一実施例を示す。

図において、1は被測定光、2はレンズ、3は入力側スリット、4は第1の凹面反射鏡、5は第1の回折格子、6は第2の凹面反射鏡、7は出力側スリット、8は光検出器、9は第2の回折格子、11は基板、12は電気絶縁性合座、13は圧電性基板、14aは第1の交差指形電極、14bは第2の交差指形電極、15はレンズ、16は焦点面、17と18は凸レンズ、19は透過形回折格子、20は高速走査測光可能な光スペクトル、21は通常測光用の光スペクトルをそれぞれ示す。

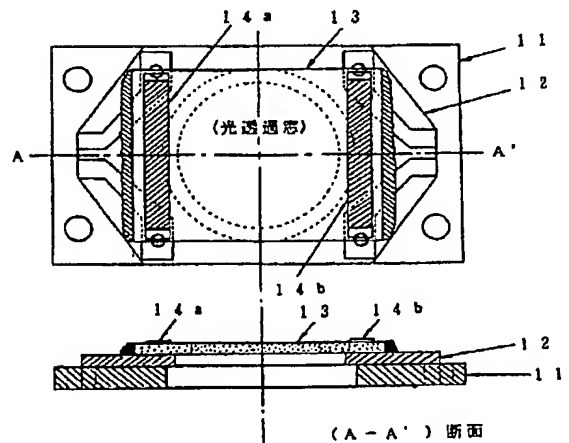
特許出願人 アンリツ株式会社  
代理人 弁理士 小池 龍太郎

第1図



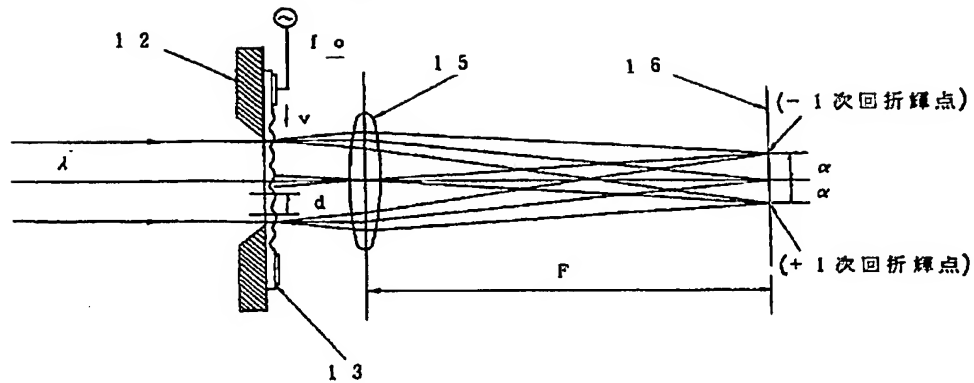
- 1…被測定光
- 2…レンズ
- 3…入力側スリット
- 4…第1の凹面反射鏡
- 5…第1の回折格子
- 6…第2の凹面反射鏡
- 7…出力側スリット
- 8…光検出器
- 9…第2の回折格子

第2図



- 11…基板
- 12…電気絶縁性合座
- 13…圧電性基板
- 14a…第1の交差指形電極
- 14b…第2の交差指形電極

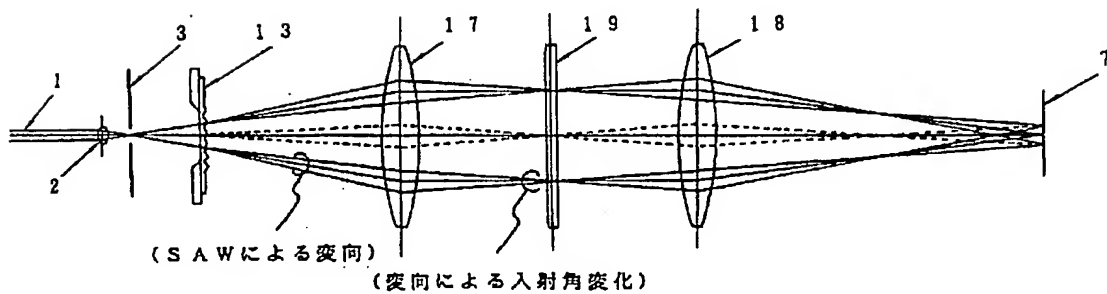
第 3 図



1 2 … 電気絶縁性台座  
1 3 … 圧電性基板  
1 5 … レンズ  
1 6 … 焦点面

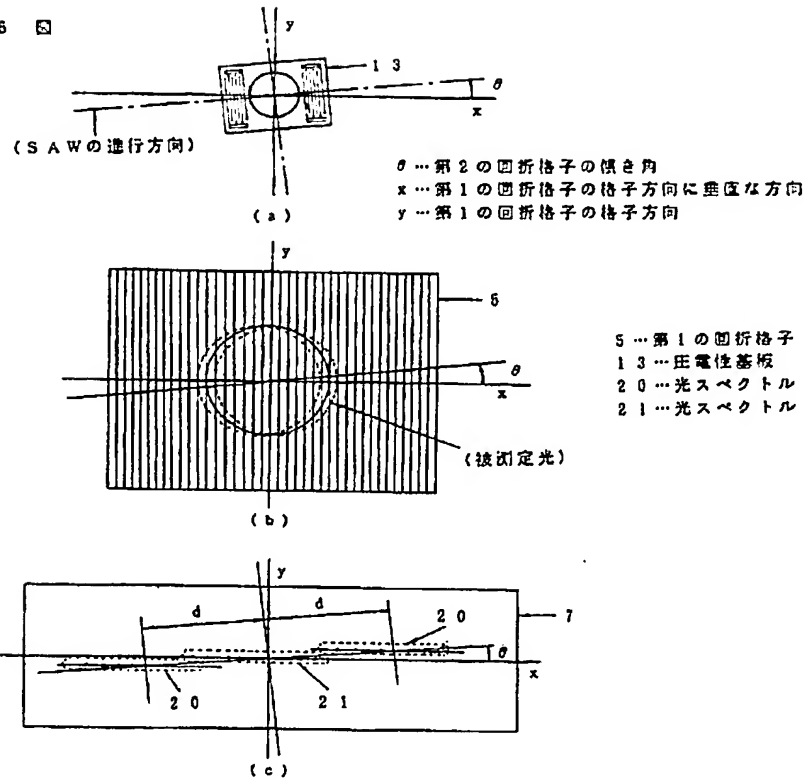
d … 空間周期  
v … 速度  
α … 距離  
λ … 波長

第 4 図

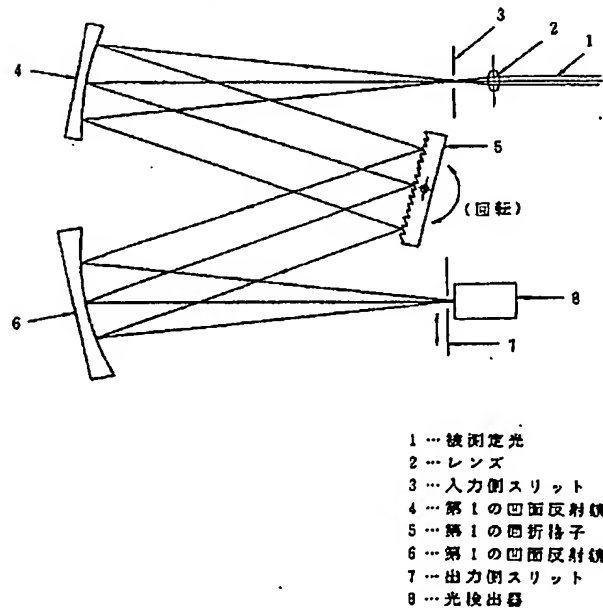


1 … 被測定光  
2 … レンズ  
3 … 入力側スリット  
7 … 出力側スリット  
1 3 … 圧電性基板  
1 7 … 凸レンズ  
1 8 … 凸レンズ  
1 9 … 透過形回折格子

第 5 図



第 6 図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成6年(1994)4月28日

【公開番号】特開昭63-171329

【公開日】昭和63年(1988)7月15日

【年通号数】公開特許公報63-1714

【出願番号】特願昭62-3493

【国際特許分類第5版】

G01J 3/18

9215-2G

手続補正書(自発)

平成5年6月30日

特許庁長官 麻 生 渡 殿

1. 事件の表示

昭和62年特許願第 3493号

2. 発明の名称

光スペクトル検出装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住所 〒106 東京都港区南麻布五丁目10番27号  
名称 (057) アンリツ株式会社  
代表者 菅 居 紳 至

4. 代理人

住所 〒106 東京都港区南麻布五丁目10番27号  
アンリツ株式会社内  
氏名 (8657) 弁理士 小池 龍太郎

5. 補正命令の日付 自発

6. 補正により増加する発明の数 0

7. 補正の対象

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄

8. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のとおり補正する。

以上

特許庁



## 別紙

### 2. 特許請求の範囲

入射光を、第1及び第2の回折格子を經由して  
出射する光スペクトル検出装置において；

前記第1及び第2の回折格子のうち、いずれか  
一方の回折格子は回折格子間隔が固定で、入射さ  
れた光を分散して光スペクトルを得るための回折  
格子であり、他方の回折格子は回折格子間隔が  
制御可能に可変でき、入射された光の光路を空間的  
に変向させるための回折格子であり、

前記回折格子間隔が可変とされた他方の回折格  
子によって変向され、かつ、前記回折格子間隔が  
固定の一方の回折格子によって分散された光スペ  
クトルのみを通過させるための空間フィルタを備  
えていることを特徴とする光スペクトル検出装置。